

① This Abstract corresponds to JP4-504067
of Japanese publication



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

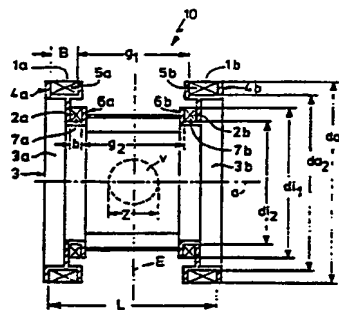
(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G01R 33/38, 33/40	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/10877 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. September 1990 (20.09.90)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE90/00171 (22) Internationales Anmeldedatum: 8. März 1990 (08.03.90) (30) Prioritätsdaten: P 39 07 927.9 11. März 1989 (11.03.89) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BRUKER ANALYTISCHE MESSTECHNIK GMBH [DE/DE]; Silberstreifen, D-7512 Rheinstetten 4 (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LAUKIEN, Günther [DE/DE]; Silberstreifen 8, D-7512 Rheinstetten 4 (DE). WESTPHAL, Michael [DE/DE]; Trifelsstraße 22, D-6745 Offenbach (DE).	(74) Anwalt: KOHLER-SCHWINDLING-SPÄTH; Hohentwielstrasse 41, D-7000 Stuttgart 1 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	

(54) Title: MAGNET SYSTEM

(54) Bezeichnung: MAGNETSYSTEM

(57) Abstract

A magnet system to generate a static, uniform magnetic field in the examination chamber of a nuclear spin tomograph has a pair of outer field coils (1a, 1b) arranged on a common axis (a) at a mutual axial distance (g1) and a pair of inner field coils (2a, 2b) coaxial with the outer ones which are also equal to each other, in which both pairs of coils are arranged symmetrically to a central plane (E) perpendicular to the common axis (a). The axial distance (g1) between the outer field coils (1a and 1b) is 40 to 60 % of their inside diameter (da2). The axial distance (g2) between the inner field coils (2a and 2b) is, with a maximum deviation of 15 %, equal to that (g1) between the outer coils (1a and 1b). The magnet system forms an almost eight-order coil system and there is at least one transverse access aperture running across the direction of the uniform magnetic field and between the inner field coils (2a, 2b). The magnet system is small by comparison with the examination chamber and relatively light.



(57) Zusammenfassung

Ein Magnetsystem zum Erzeugen eines statischen, homogenen Magnetfeldes im Untersuchungsvolumen eines Kernspintomographen hat ein Paar gleicher äusserer Feldspulen (1a, 1b), die auf einer gemeinsamen Achse (a) mit einem axialen Abstand (g1) zueinander angeordnet sind, sowie ein Paar innerer, mit den äusseren Feldspulen coaxialer Feldspulen (2a, 2b), die ebenfalls untereinander gleich sind, wobei beide Spulenpaare symmetrisch zu einer zentralen, zur gemeinsamen Achse (a) senkrecht verlaufenden Mittelebene (E) angeordnet sind. Der axiale Abstand (g1) der äusseren Feldspulen (1a und 1b) beträgt 40 % bis 60 % des Innendurchmessers (da2) der äusseren Feldspulen (1a und 1b). Der axiale Abstand (g2) der inneren Feldspulen (2a und 2b) ist mit einer Abweichung von maximal 15 % gleich dem axialen Abstand (g1) der äusseren Feldspulen (1a und 1b). Das Magnetsystem bildet ein Spulensystem quasi achter Ordnung, und mindestens eine transversale Zugangsöffnung, die sich quer zur Richtung des homogenen Magnetfeldes erstreckt und zwischen den inneren Feldspulen (2a, 2b) verläuft, ist vorgesehen. Das Magnetsystem hat in Relation zur Grösse des Untersuchungsvolumens vergleichsweise geringe Abmessungen und ein verhältnismässig geringes Gewicht.

①

⑩ 日本国特許庁 (J P)

⑪ 特許出願公表

⑫ 公表特許公報 (A)

平4-504067

⑬ 公表 平成4年(1992)7月23日

⑭ Int. Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

審査請求 未請求

A 61 B 5/055

7831-4C
7621-2J

A 61 B 5/05
G 01 R 33/22

予備審査請求 有

3 3 1

部門 (区分) 1 (2)

N※

(全 8 頁)

⑯ 発明の名称 磁石装置

⑰ 特 願 平2-504108

⑱ 翻訳文提出日 平3(1991)9月11日

⑲ 出 願 平2(1990)3月8日

⑳ 国際出願 PCT/DE90/00171

㉑ 国際公開番号 WO90/10877

㉒ 国際公開日 平2(1990)9月20日

優先権主張 ㉓ 1989年3月11日 ㉔ ドイツ (DE) ㉕ P3907927.9

⑳ 発 明 者 ラウキーン・ギユンテル

ドイツ連邦共和国、デー-7512 ラインシュテツテン4、ジルベル
シュトラフエン、8

㉑ 出 願 人 ブルーケル・アナリテイツシ
エ・メツステヒニツク・ゲゼル
シャフト・ミト・ベシュレンク
テル・ハフツング

ドイツ連邦共和国、デー-7512 ラインシュテツテン4、ジルベル
シュトラフエン (番地無し)

㉒ 代 理 人 弁理士 江崎 光好 外3名

㉓ 指 定 国 AT (広域特許), BE (広域特許), CH (広域特許), DE (広域特許), DK (広域特許), ES (広域特許), FR
(広域特許), GB (広域特許), IT (広域特許), JP, LU (広域特許), NL (広域特許), SE (広域特許), U
S

最終頁に続く

請 求 の 範 囲

1. 対をなした互いに同一の外側の界磁コイル (1 a, 1 b) が共通の軸線 (a) 上に互いに軸方向間隔 (g₁) をおいて設けられ、同様に対をなした互いに同一の内側の界磁コイル (2 a, 2 b) が外側の界磁コイルと同軸に設けられ、両コイル対が共通の軸線 (a) に対して垂直に延びる中央の中心平面 (E) に対して対称に配置され、磁石装置 (10) の運転時に内側の界磁コイル (2 a, 2 b) への電流の流れ方向が外側の界磁コイル (1 a, 1 b) への電流の流れ方向と逆向きであり、検査空間に通じる少なくとも一つの出入口が設けられている、複スピン断層撮影装置の検査空間に静的で均一な磁場を発生するための磁石装置において、外側の界磁コイル (1 a, 1 b) の軸方向の間隔 (g₁) が外側の界磁コイル (1 a, 1 b) の内径 (d_a) の 40 ~ 60 % であり、内側の界磁コイル (2 a, 2 b) の軸方向間隔 (g₂) が最大 15 % の偏差で外側の界磁コイル (1 a, 1 b) の軸方向間隔 (g₁) と同じであり、磁石装置がいわば 8 のオーダー (明細書に記載されているような) のコイル系を形成し、少なくとも一つの横方向出入口が設けられ、この出入口が均一な磁場の方向に対して横方向に延び、内側の界磁コイル (2 a, 2 b) の間を延びていることを特徴とする磁石装置。

2. 軸方向の出入口が設けられ、この出入口が均一な磁場の方向に延びていることを特徴とする、請求の範囲第1項記載の磁石装置。

3. 磁束を戻し案内するために、界磁コイル系 (1 a, 1 b, 2 a, 2 b) を周方向に見て少なくとも部分的に外側から取り囲む鉄シールドが設けられ、鉄シールドがコイル系 (1 a, 1 b, 2 a, 2 b) を取り囲む管状の外壁体を備え、この外壁体が少なくとも一つの切り欠きを有し、中心軸線 (a) に対して平行に測定した切り欠きの縦方向の内法幅と、中心軸線に対して垂直に測定した方位角の内法幅が、磁石装置 (10) の横方向の出入口の対応する寸法によって決まることを特徴とする、請求の範囲第1項または第2項記載の磁石装置。

4. 鉄シールドがコイル系 (1 a, 1 b, 2 a, 2 b) の中心軸線 (a) に対して平行に延びる梁状の遮蔽要素を含み、この遮蔽要素の周方向に測定した間隔が横方向の出入口の開口幅によって決まることを特徴とする、請求の範囲第3項記載の磁石装置。

5. 鉄シールドが少なくとも4個の梁状遮蔽要素を含んでいることを特徴とする、請求の範囲第4項記載の磁石装置。

6. 梁状の遮蔽要素が中心軸線 (a) に関して軸方向対称に配置されていることを特徴とする、請求の範囲第4項または第5項記載の磁石装置。

7. 鉄シールドが環状円板の形をした端壁を有するこ

- とを特徴とする、請求の範囲第3項から第6項までのいずれか一つに記載の磁石装置。
8. 鉄シールドが閉じた磁板を備えていることを特徴とする、請求の範囲第3項から第6項までのいずれか一つに記載の磁石装置。
9. 三つの直交空間方向で磁気的な補正場と傾斜場を生じるための粗調整系および傾斜系を備えた全身核スピン断層撮影のための請求の範囲第1項から第8項までのいずれか一つの磁石装置において、検査空間(V)に開口する横方向出入口の、磁場長手方向に固定した開口幅が、少なくとも45cmであることを特徴とする磁石装置。
10. 検査空間(V)内の磁場が患者の体の縦軸線に対して直角に向いていることを特徴とする、請求の範囲第9項記載の磁石装置。
11. 検査空間(V)内の磁場が患者の体の縦軸線に対して平行に向いていることを特徴とする、請求の範囲第9項記載の磁石装置。
12. 患者の体軸線に対して横方向に延びる少なくとも一つの出入口が設けられ、この出入口が患者の監視、診断または治療のための手段を配置または実施するため、あるいは患者とのコミュニケーションのために利用可能であることを特徴とする、請求の範囲第9項から第11項までのいずれか一つに記載の磁石装置。
13. 磁石装置(10)によって発生した磁場が水平に向いていることを特徴とする、請求の範囲第10項記載の磁石装置。
14. 最大±20ppmの磁場偏差を有する均一範囲が、内側のコイル対(2a, 2b)または外側のコイル対のそれぞれ小さな軸方向間隔g、またはg₁(g₂)の少なくとも40%の直径を有することを特徴とする、請求の範囲第1項から第13項までのいずれか一つに記載の磁石装置。
15. 均一範囲が前記寸法の少なくとも50%の直径を有することを特徴とする、請求の範囲第14項記載の磁石装置。

明 細 書

磁石装置

本発明は、請求の範囲第1項の前提概念に記載した他の特徴を有する、核スピン断層撮影装置の検査空間に静的で均一な磁場を発生するための磁石装置、並びに対応する磁石装置を備えた核スピン断層撮影装置に関する。このような磁石装置は米国特許第4701738号明細書によって知られている。

核スピン断層撮影装置、その機能および写真形成方法は、専門文献に詳しく記載されている(例えば、"Medizinische Physik '83" Huetig 出版、Hsg. J. Schuetz)。基本構成部品の一つが磁石装置である。この磁石装置はできるだけ多くかつ良好にアクセスできる検査空間内で、静的で非常に均一な磁場を発生する。他の要求は外部の妨害場に対して鈍感であること、散乱場が小さいこと、磁気的な傾斜場で渦電流を回避すること、特に製造および保守が簡単で安価であること、および運転コスト(電気、冷却水等)が少なくて済むことである。

1970年代の最初の断層撮影装置の開発以来、多数のいろいろなタイプの磁石が提案され、大部分が実施された。当然、磁石はどのようにして個々の要求を良好に満たすかという点で異なる。次に、三つの主たるタイプの磁石、すなわち永久磁石、抵抗性の電磁石お

よび超伝導性の電磁石のうちで、抵抗性の系と超伝導性の系だけが問題になる。なぜなら、永久磁石は多くの用途について得ようとする磁場の強さの場合に重すぎ、かつ不安定であるからである。今日使用される磁石装置の大部分と、実際のすべての超伝導性型式は、ほぼ円筒管状の長く延びたコイルからなっている。このコイルは円筒状の内室を形成している(例えばドイツ連邦共和国特許出願第3123493号、同第3245945、9号)。このコイルは複数の部分からなっている(例えばいわゆるダブルヘルムホルツ構造、ドイツ連邦共和国特許出願第3245944、0号、ヨーロッパ特許出願第0011385号、同第0039703号あるいはNachr. Chem. Tech. Lab. 28(1980年)第12号、第861~865頁)。ダブルヘルムホルツ構造の開放した空隙は原理的には側方からの出入りを可能にするが、四コイル構造の内側の両コイルは、磁場の軸線と患者の軸線が一致し、出入りが専らコイル軸線に沿って行われるときに、実施できるように、接近させて設けられている。円筒の形をした鉄シールドまたはクライオスタットを備えた磁石の場合には、これが不可欠である。人の全身診断のための断層撮影装置の場合には、装置の全長が2m以上で、自由な出入口の直径が通常は約1mである。それによって、装置が動いているときに、患者は長くて比較的狭い管の中にいる。これは閉所恐怖症となり得る。更に、患者による患者の観察または医療的な他の手段の範囲

のアクセスが困難である。同じようなことが、“窓枠タイプ”の磁石装置にも当てはまる(ドイツ連邦共和国特許出願第3418812、6号)。ここで、大きな鉄の塊の問題が付加的に生じる。これは所謂H型磁石(ドイツ連邦共和国特許出願第3616078、4号)にも当てはまる。鉄のヨークを備えたこの磁極片の場合には、自由な出入りがソレノイド型の場合よりも大幅に良好となる。勿論、大きな重量と、極片の鉄に誘導された渦電流または傾斜場の場合の支配しにくい磁気的な後作用は不利である。利点は、患者中心軸線が磁場中心軸線上に垂直に位置し(“窓枠タイプ”の場合のように)、従って鞍型コイルと比較して非常に感度が良好なソレノイドコイルを、高周波場部コイルおよび検波コイルとして使用可能であるという点にある。磁場を発生させるために、きわめて短い空気コイル(ヨーロッパ特許出願公開第160350号)または均一範囲ひいては検査範囲を磁石構造体の外側に配置する構造(ドイツ連邦共和国特許出願公開第3140225号)が知られている。しかし、今まで技術的に実現されておらず、実際にはNMR断層撮影装置に課せられた要求が達成されていない。

そこで、本発明の課題は、充分に均一な磁場を生じなければならない検査空間の大きさと比較して、比較的に小さな軸方向と半径方向の寸法でかつ比較的に小さな全体重量で実現可能であり、多くの異なる方向から検査空間に接近することを可能にし、更に例えば假

しかし、本発明は8のオーダーのコイル系に限定されるものではない。コイル系のコイルは例えば、8のオーダーを生じるのに必要な場合よりも互いに離すことができる。それによって、均一空間の形状は球の形に対して変形する。この場合、ある程度の残留起伏を甘受しなければならないので、このようなときに生じる均一空間内では、例えば20ppmのずれを有する均一空間の制限が、ずれの方向に行われずに(例えば-20ppmだけでなく)、両方向に、すなわち±20ppmで行われる。8のオーダーで充分で、従っていわば8のオーダーの系と称されるこのような系は、本発明に所属する。12のオーダーの系も本発明に所属する。なぜなら、12のオーダーの系が同時に8のオーダーの系であるからである。

所定の巻線全長の場合に、反対向きの電流に基づいて、得られる中央の磁場の強さは、慣用の8のオーダーの系(ソレノイド状)の場合ほど高くはない。しかし、超伝導磁石の場合には、特に高まったHf感度を考慮するときに、甘受することができる。均一度が同じで出入りが改善されるという利点は小さな磁場強さと相殺される。

本発明による磁石装置は抵抗でも超伝導でも実現可能である。超伝導の場合には、コイルがクライオスタットの内部にある。クライオスタットは磁場中央ひいては検査空間に至る少なくとも二つの垂直な室温アクセス部を備えている。これは軸方向およびまたは半径

斜切換によって生じる渦電流作用を受けにくい、NMR断層撮影装置に使用するための磁石装置を提供することである。

この課題は本発明に従い、請求の範囲第1項の特徴によって解決される。この場合、それぞれ同一のコイルからなる二つの界磁コイル対が磁石装置に使用される。このコイル対は装置の中心を通る、磁場軸線に対して垂直な中心平面に対して対称に配置されている。この場合、この中心平面の両側に、それぞれ一つの半径方向外側のコイルと、このコイルと同軸の半径方向内側のコイルが設けられている。両コイルは実質的に同じ平面内にある。すなわち、コイルの最終長さの場合、両コイルの巻線が中心から同じ軸方向間隔を有する。内側と外側のコイルは、反対向きの電流が流れるように切換えられる。この場合、公知のダブルヘルムホルツ構造(Garrett, J. Appl. Phys. 38, 1967, 第6号, 第2563頁、およびJ. Appl. Phys. 22, 1951, 第9号, 第1081頁)と異なり、中心に対する最も小さな軸方向間隔を大きく選択可能である。それによって、軸方向からまたは中心平面内で半径方向から(横方向から)接近することができる。

間隔とコイル寸法を適切に選択することにより、8のオーダーのコイル系が得られる。すなわち、空間座標での7度までの磁場のすべての導出が中央で消滅する。ダブルヘルムホルツ構造は8のオーダーのこのような系を示す。

方向とすることができ。最も簡単な場合には、軸方向と半径方向の室温孔がクライオスタットを貫通している。この室温孔は中央で交叉している。特に孔を3個設けることができる(軸方向一つ、半径方向二つ)。この孔は貫通していなくてもよい。少なくとも一つの横方向室温アクセス部を有するクライオスタットは技術的なコストがかかるが、基本的には公知である。

充分に広い軸方向間隔を有する構造体が分離された二つのクライオスタット系の使用を許容する場合でも、部分コイルの間で磁力を確実に受け止める際の問題を回避するために、クライオスタット内に、貫通するコイル支持体(特殊鋼またはアルミニウム)を1個だけ使用すると有利である。

請求の範囲第1項の特徴と関係なく、本発明では、最大±20ppmのずれを有する均一範囲が、半径方向内側または外側のコイル対のそれぞれ小さな軸方向間隔 g_1 または g_2 の少なくとも40%の直径を有する。特に、前記の均一範囲を前記の寸法の少なくとも50%に拡大すると有利である。

本発明の他の詳細および特徴は、図に基づく、好ましい実施例の以下の説明から明らかになる。

第1図は磁気系の中心長手軸線を含む半径方向平面に沿って、本発明による磁石装置を切断して示す概略図である。

第2a図は中心長手軸線が水平に延びる、第1図の超伝導性の磁石装置のためのクライオスタットの斜視

図である。

第2b図は第2a図のクライオスタットの垂直長手中心平面に沿って第1図のクライオスタットを切断した図である。

第3a図は中心長手軸線が垂直に延びる、第1図の超伝導性の磁石装置のためのクライオスタットの斜視図である。

第3b図は横方向の出入口に対して直角に延びる、中心軸線を含む平面に沿って第3a図のクライオスタットを切断した図である。

第1図に示した本発明による磁石装置10は、対をなした半径方向外側の巻線すなわち界磁コイル1a, 1bと、対をなした半径方向内側の巻線すなわち界磁コイル2a, 2bとを含んでいる。これらの巻線は共通の中心軸線aに沿って同軸に配置され、かつ中心軸線aに対して直角に延びる中心横平面Eに関して全体が対称に配置されている。外側の巻線1a, 1bと内側の巻線2a, 2bは全体を3で示した巻体に巻き取られている。この巻体は二つの支持リング3a, 3bを含んでいる。この支持リングはそれぞれ横中心平面Eの片側に設けられた外側と内側の巻線1a, 2aまたは1b, 2bを支持している。巻体3のこの支持リング3a, 3bはそれぞれ一つのU字形部材4a, 4bを備えている。このU字形部材は第1図では外方へ向かって開放し、互いに直角に接続するU字形部材の脚部分によって面成されている。このU字形部材の軸

方向の内法幅Bと半径方向の深さ $(d_{11}-d_{12})/2$ によって、巻き室5aまたは5bの長方形の横断面積が決まる。この巻き室には外側の界磁コイル1aまたは1bの巻線ができるだけ密に詰め込まれている。この場合、外側の巻線1aまたは1bの外径が d_{11} によって、内径が d_{12} によって示してある。

支持リング3a, 3bは更に、それぞれ一つの内側のU字形部材6aまたは6bを備えている。このU字形部材は第1図に示すように外方へ向かって開放し、互いに直角に接続するU字形部材の脚部分によって面成されている。このU字形部材の軸方向の内法幅bと半径方向の深さ $(d_{11}-d_{12})/2$ によって同様に、巻き室7aまたは7bの長方形の横断面積が決まる。この巻き室には内側の界磁コイル2aまたは2bの巻線ができるだけ密に詰め込まれている。この場合、内側の巻線2aまたは2bの外径が d_{11} によって、内径が d_{12} によって示してある。两部分コイル対の支持リング3a, 3bは好ましくは、各々の巻線1a, 2aまたは1b, 2bを収容するための分離された部分リング3a, 3aまたは3b, 3bによって形成される。巻線を巻き取った後で、部分リングはそれぞれ一つの部分リング3aまたは3bにまとめられ、互いに固定連結される。このようにして形成された支持リング3a, 3b自体は長手方向梁8によって互いに固定連結される。この場合、支持リング3a, 3bの軸方向間隔は調節可能である。これは図示していな

い。図示の好ましい実施例の場合には、巻体8はこのような4本の長手方向梁を含んでいる。この長手方向梁は図面の平面によって示した長手中心平面に対して対称に、かつ図面の平面に対して垂直に延び、磁石装置10の中心軸線aを含む長手中心平面に対して対称に配置されている。その際、垂直な軸に沿って見て等角度間隔をおいて軸線対称に軸線aの周りに集めて配置することが可能である。磁石装置の通電状態で巻線1a, 1bと2a, 2bに作用する軸方向の力が梁8によって受け止められる。磁石装置10の場合、外側の巻線1a, 1bの軸方向の間隔g₁は外側の界磁コイル1aまたは1bの内径 d_{12} の40%と60%の間で変えることが可能である。この場合、この間隔g₁の好ましい値はコイルの内径 d_{12} のほぼ半分である。巻線1a, 1bの横断面の中心点(軸方向で $(g_1+B)/2$ 、半径方向で $(d_{11}+d_{12})/2$)は、この巻線対のヘルムホルツ構造の場合よりも軸方向に一層離れている。

内側のコイル対2a, 2bはその寸法、すなわち外径 d_{11} と内径 d_{12} に関して、外側のコイル対1a, 1bよりも小さくなっている。この場合、その巻線密度は外側のコイル対の巻線密度と同じである。必要な場合には、巻線密度を異なるように選択することができる。

内側の巻線2a, 2bの軸方向間隔g₂は最大15%の偏差をもって外側の巻線1a, 1bの軸方向間隔

g₁と等しく、図示の特別な実施例では外側の巻線1a, 1bの軸方向間隔g₁よりも少しだけ小さくなっている。従って、両巻線2a, 2bの間の軸方向内法幅は、両外側巻線1a, 1bの間の軸方向内法幅とはほぼ同じである。

磁石装置1の運転中に巻線2a, 2bの内側の対に流れる電流の方向が、外側の対1a, 1bを流れる電流と反対方向であるので、両巻線対1a, 1b, 2a, 2bによって発生した磁場は互いに反対向きである。この場合、巻線1a, 1bと2a, 2bの電流密度が同じであると仮定して、外側の巻線1a, 1bの巻線数は内側の巻線2a, 2bの巻線数に対して約4/1の比である。この比は±20%の変動幅の中で変化し得る。

両巻線対1a, 1bと2a, 2bを流れる電流密度を適切に選択することにより、静的な磁場が生じる。この静的な磁場は第1図において破線で示し円形に幾どりした直径Zの検査容積Vの中で十分に均質化されている。この直径Zはほぼ40mmである(磁界の偏差は20ppm)。

超伝導性の磁気コイルを有する磁石装置1の好ましい実施形では、外側の巻線対1a, 1bの軸方向間隔g₁が790mmで、巻き室の軸方向幅Bが200mmである。巻き室5a, 5bの外壁の間の、磁石装置10の軸方向寸法は1190mmである。外側の巻き室5a, 5bの内径 d_{12} は1612mmであり、外側の巻線1a,

1 b の外径 d_{11} は 1802 mm である。外側の巻き室 5 a, 5 b 内の巻線密度は 36.80 巻線/cm である。

内側の巻線対 2 a, 2 b の場合、その巻き室 7 a, 7 b の軸方向の間隔 g_1 は 757.8 mm である。この場合、この巻き室 7 a, 7 b の軸方向の幅 b はそれぞれ 54.5 mm である。巻線 2 a, 2 b の内径 d_{11} は 1220 mm の値を有し、内側の巻線 2 a, 2 b の外径 d_{11} は 1878 mm の値を有する。内側の巻線 2 a, 2 b の巻線密度は外側の巻線 1 a, 1 b の巻線密度と反対向きで同じであり、従って -36.8 の値を有する。内側のコイル対 2 a, 2 b の巻き室 7 a, 7 b の間隔 g_1 が前記のような場合には、利用可能な 60 cm の中間室 z が生じる。

電流の強さが 157 A の場合には、磁石装置 10 の中央に 0.7 テスラの均一な磁場が生じる。

上記の寸法の場合、4 個の巻線の重量はコイル支持体を含めて約 2 トンである。そのうちの約四分の三が超伝導体—銅巻線であり、そして四分の一がコイル支持体である。この重量は比較的に小さい。なぜなら、磁場を案内するために大きな鉄塊を必要としないからである。同じような理由から、傾斜磁場を切換接続した場合には、磁場の後の作用と渦電流の誘導が小さい。

第 2 a 図と第 2 b 図に基づいて、クライオスタット 9 の第 1 の好ましい実施形について説明する。このクライオスタットは第 1 図に基づいて基本構造を説明したような磁石装置 10 を備えている。巻線 1 a, 1 b

と 2 a, 2 b が超伝導状態に達するように、磁石装置をクライオスタット 9 内で冷却することができる。この場合、クライオスタット 9 は配置構造を図示していない液体ヘリウムと液体窒素のタンク、放射シールドおよび排気可能なチャンバと共に、その低温技術的な構造に関して、公知のものであると仮定するので、これに関する説明は省略する。室温雰囲気にある、11 で示した、クライオスタット 9 の外層壁だけが図示してある。

クライオスタット 9 をその中心軸線 a の方向に貫通する円筒状の中央の開口 12 は典型的なものは、利用可能な内径 100 cm を有する。クライオスタット外壁の外径の典型的な値は 200 cm である。

クライオスタット 9 の外壁 11 の円形の端面 13, 14 の間で割ったクライオスタットの全長 L の典型的な値は 150 cm である。

クライオスタット 9 の外壁 11 は中央の軸方向開口 12 に加えて、横方向に貫通する開口 15 を備えている。この開口 15 の中心軸線 a はクライオスタット 9 または磁石装置 10 の中心長手軸線 a と互角に交叉する。この横方向の開口 15 はクライオスタット 9 の中心長手軸線 a に対して平行に測定すると、内法幅が典型的な値 80 cm を有し、それに対して垂直に測定すると、内法高さが中央の長手方向開口 12 の内径 d に一致している。

第 2 a 図と第 2 b 図の実施例の場合にはクライオス

タット 9 が横に寝かせて配置されている。すなわち、両開口 12, 15 の両中心長手軸線 a, a によって表される平面が水平に延びている。横方向開口 15 は両軸線 a, a によって表される平面に関して対称に、およびクライオスタット 9 の横方向中心平面 E に関して対称に形成されている。

上述のクライオスタット 9 は、核磁気共鳴断層撮影診断を受ける患者を、軸方向に延びる中央開口 12 に、あるいは横方向開口 15 に運び入れることを可能にする。中央開口に入れる場合には、磁石装置 10 によって発生した磁場が患者の体の縦軸線に対して平行に向く。横方向開口に入れる場合には、磁場が患者の縦軸線に対して横方向に向く。両位置において、断層撮影診断のために利用可能な、磁場均一度の高い空間の軸方向の長さは約 40 cm である。

上側が開放した横方向開口 15 は第 2 a 図において破線で、第 2 b 図において実線で示してある。この開口の軸方向の内法幅 w は、水平な横方向開口 15 の内法幅に一致し、そして図面の平面に対して垂直に割った横方向内法幅は軸方向貫通開口 12 の直径に一致している。この広い横方向開口 15 の垂直な中心軸線 a は他の両貫通開口 12, 15 の中心軸線 a, a の交点を通して延びている。横方向開口はクライオスタット 9 の特別な形状では、上側からのみ中央の軸方向開口 12 に開口し、この軸方向開口を横切らないように形成されている。しかし、横方向開口は貫通開口とし

て形成可能である。それによって、クライオスタット 9 とその外壁 11 をできるだけ対称な構造とすることができる。垂直方向の開口 15 はその下側がクライオスタット 9 の台 17 によって閉鎖されている。垂直方向の開口 15 は水平方向の開口 12 または 15 の代わりあるいはそれに追加して設けることができる。

磁場が患者の体の縦軸線に対して垂直に向くことから生じる利点に加えて、検査室に患者を運び入れるためにクライオスタット 9 の横方向開口 15 を利用すると有利である。これは、人が上側からまたは下側から表面コイル例えば受信コイルを患者の体に当てるときに有利である。なぜなら、この配置構造の場合に、患者の内部器官または脊柱へ最も良好に接近でき、表面コイルによって発生した HF 場が磁石装置 10 によって発生する静的磁場の方向に対して垂直方向に非常に良好に向くからである。

第 3 a 図と第 3 b 図に示した、本発明による磁石装置 10 を含む、全身-NMR-断層撮影のためのクライオスタット 9' の他の形状は実質的に、クライオスタット 9' が立てて配置されている、すなわち中心軸線 a が垂直に延び、検査空間内の磁場がこの中心軸線に対して平行に向いている点だけが、第 2 a 図と第 2 b 図に基づいて説明したものと異なっている。

第 3 a 図と第 3 b 図の実施例の場合には、垂直方向に延びる軸方向の開口 12' に加えて、貫通する横方向の二つの開口 15', 16' を設けることにより、

検査空間への最適なアクセスが達成される。この二つの開口の中心軸線は検査空間の中央で垂直に交叉する。それによって、第3b図に破線で記入した円で略示した検査空間Vは、上側からおよび横方向の開口を介して側方からアクセス可能である。横方向開口の共通の中心平面mは水平に延びている。垂直方向の中央開口12'はクライオスタット外壁11の全高にわたって延びる貫通した開口として形成されている。この開口は下側が底板17'によって閉鎖されている。この底板は同時に、クライオスタット9'を立てる台を形成する。第3a図と第3b図の実施例の場合にも、最適なアクセス開口12'を、横方向開口15'およびまたは16'にのみ上側から開口するように形成することができる。このようにして生じた全体構造は実質的に、水平に設けられた二つの円板クライオスタット9', 9'からなる。この円板クライオスタットはクライオスタット9'の全部で4本の柱または梁状の要素18によって互いに連結されている。しかし、両円板クライオスタット9', 9'は低温技術的には一つのユニットを形成する。この場合、詳細に示していない排気された室の連通接続部と、低温液体を含むチャンバは、梁状の接続要素を介して互いに連通している。梁状の要素18を介して両部分コイル対1a, 1bと2a, 2bが互いに固定連結されている。第3a図と第3b図に基づいて説明した構造は、垂直な開口12'の内法幅が水平な開口15', 16'の

内法高さよりも大きいときに、有利である。

これと同様に、横にして配置した、第2a図と第2b図のクライオスタットは二つの垂直な円板クライオスタット9', 9'からなっている。この円板クライオスタットは低温技術的に同様に、水平な要素18を介して、低温技術的なユニットを形成するよう互いに連結されている。従って、いろいろな低温液体、すなわち液体ヘリウムと液体窒素のために、それぞれ充填管19または20を1本だけ設けるだけでよい。

他の好ましい実施形では、磁束の戻り案内のために、磁石装置10をほぼ円筒状に取り囲む鉄シールドが設けられている。簡単化するために図示していないこの鉄シールドの形状は、クライオスタット外壁11の半径方向外側の外被と、外側の環状端面11', 11'に対応している。この場合、横方向からのアクセスを許容するために、このシールドはそれぞれの出入り口のところで中断されているかまたはヨーロッパ特許出願公開第0141148号に記載されているように、実質的に4個以上の梁状の遮蔽要素からなっている。この遮蔽要素は中心軸線aに対して平行に延び、横方向の出入口を覆っていない。

調整、磁場の計算およびコイルの設計の際の鉄の考慮、機械的な支持、鉄部品の薄板化、磁場を均一化するために鉄部品の使用等のような、ここでは詳細に説明しない、技術水準で知られている手段および変形を、

同様に統合することができる。この手段は抵抗式磁石装置の場合にも超伝導性磁石装置の場合にも可能である。

ソレノイド状の金身断層撮影のための技術水準で知られている粗調整コイル系または傾斜系は、横方向の出入口の箇所ですらなくとも約80cmの隙間が形成されるように変化する。これは可能である。なぜなら、補正コイルまたは傾斜コイルを一定の半径に限定しなくてもよいからである。

ずっと以前から極片磁石の範囲で知られている粗調整板または傾斜板を、一般的に制限された軸方向出入口のコストで使用すると、完全に開放し垂直方向に置かれている一つまたは二つの出入口が維持される。

医学的な全身断層撮影の際に、患者の体の縦軸線に対して直角な出入口は、患者とのコミュニケーションまたは観察のために、あるいは他の治療装置、監視装置および診断装置を取付けるために使用可能である。

本発明によって、検査空間へのアクセスを改善するため、および全身検査用にNMR断層撮影を適切に利用するために、多様な可能性がある。更に、本発明によって静的磁場と傾斜磁場の交互作用が小さくなる。

必要な場合には、均一性を一層高めるために、他のコイルを設けることができる。それによって、高いオーダーのコイル系を作ることができる。

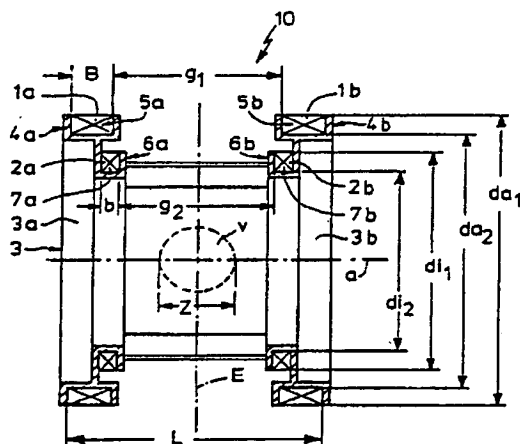


Fig. 1

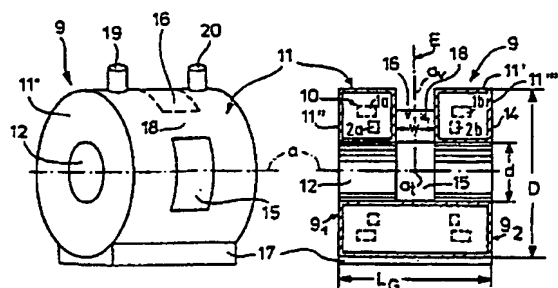


Fig. 2a

Fig. 2b

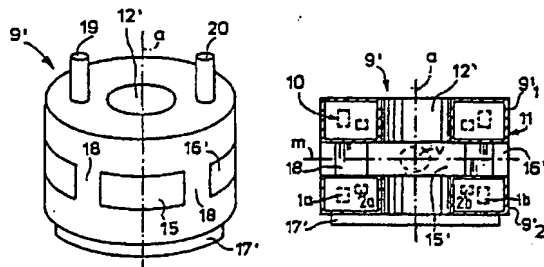


Fig. 3a

Fig. 3b

International Application No. PCT/DE 90/00171

1. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER in accordance with the International Classification of Patents (IPC) and the International Classification of Patents (IPC) according to International Patent Classification (IPC) or to both International Classification and IPC

Int.Cl.³ G 01 R 33/38, G 01 R 33/40

2. FIELD OF SEARCH

3. DOCUMENTS SEARCHED

4. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Document	Date of Document	Relevance to Claim No. 1
A, P	EP, A, 0314262 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 3 May 1989 see column 1, lines 1-9, 44-53; column 2, lines 39-55; column 5, lines 24-33; figures 6-9	1-3, 9, 11, 12	
A	EP, A, 0111219 (BRUKER ANALYTISCHE MESSTECHNIK GmbH) 20 June 1984 see page 4, line 7 - page 6, line 3; figure 5 DE, A, 3245944 (cited in the application)	1, 4, 7, 11	
A	Review of Scientific Instruments, Vol. 52, No. 10, October 1981, American Institute of Physics, (New York, US), R. Saint-Jalmes et al.: "Optimization of	/...	

5. SUMMARY OF THE INVENTION

6. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

7. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

8. CLAIMS

9. REFERENCES

10. OTHER INFORMATION

11. STATEMENT OF THE INVENTOR

12. STATEMENT OF THE AGENT

13. STATEMENT OF THE ATTORNEY

14. STATEMENT OF THE INVENTOR

15. STATEMENT OF THE AGENT

16. STATEMENT OF THE ATTORNEY

17. STATEMENT OF THE INVENTOR

18. STATEMENT OF THE AGENT

19. STATEMENT OF THE ATTORNEY

20. STATEMENT OF THE INVENTOR

21. STATEMENT OF THE AGENT

22. STATEMENT OF THE ATTORNEY

23. STATEMENT OF THE INVENTOR

24. STATEMENT OF THE AGENT

25. STATEMENT OF THE ATTORNEY

26. STATEMENT OF THE INVENTOR

27. STATEMENT OF THE AGENT

28. STATEMENT OF THE ATTORNEY

29. STATEMENT OF THE INVENTOR

30. STATEMENT OF THE AGENT

31. STATEMENT OF THE ATTORNEY

32. STATEMENT OF THE INVENTOR

33. STATEMENT OF THE AGENT

34. STATEMENT OF THE ATTORNEY

35. STATEMENT OF THE INVENTOR

36. STATEMENT OF THE AGENT

37. STATEMENT OF THE ATTORNEY

38. STATEMENT OF THE INVENTOR

39. STATEMENT OF THE AGENT

40. STATEMENT OF THE ATTORNEY

41. STATEMENT OF THE INVENTOR

42. STATEMENT OF THE AGENT

43. STATEMENT OF THE ATTORNEY

44. STATEMENT OF THE INVENTOR

45. STATEMENT OF THE AGENT

46. STATEMENT OF THE ATTORNEY

47. STATEMENT OF THE INVENTOR

48. STATEMENT OF THE AGENT

49. STATEMENT OF THE ATTORNEY

50. STATEMENT OF THE INVENTOR

51. STATEMENT OF THE AGENT

52. STATEMENT OF THE ATTORNEY

53. STATEMENT OF THE INVENTOR

54. STATEMENT OF THE AGENT

55. STATEMENT OF THE ATTORNEY

56. STATEMENT OF THE INVENTOR

57. STATEMENT OF THE AGENT

58. STATEMENT OF THE ATTORNEY

59. STATEMENT OF THE INVENTOR

60. STATEMENT OF THE AGENT

61. STATEMENT OF THE ATTORNEY

62. STATEMENT OF THE INVENTOR

63. STATEMENT OF THE AGENT

64. STATEMENT OF THE ATTORNEY

65. STATEMENT OF THE INVENTOR

66. STATEMENT OF THE AGENT

67. STATEMENT OF THE ATTORNEY

68. STATEMENT OF THE INVENTOR

69. STATEMENT OF THE AGENT

70. STATEMENT OF THE ATTORNEY

71. STATEMENT OF THE INVENTOR

72. STATEMENT OF THE AGENT

73. STATEMENT OF THE ATTORNEY

74. STATEMENT OF THE INVENTOR

75. STATEMENT OF THE AGENT

76. STATEMENT OF THE ATTORNEY

77. STATEMENT OF THE INVENTOR

78. STATEMENT OF THE AGENT

79. STATEMENT OF THE ATTORNEY

80. STATEMENT OF THE INVENTOR

81. STATEMENT OF THE AGENT

82. STATEMENT OF THE ATTORNEY

83. STATEMENT OF THE INVENTOR

84. STATEMENT OF THE AGENT

85. STATEMENT OF THE ATTORNEY

86. STATEMENT OF THE INVENTOR

87. STATEMENT OF THE AGENT

88. STATEMENT OF THE ATTORNEY

89. STATEMENT OF THE INVENTOR

90. STATEMENT OF THE AGENT

91. STATEMENT OF THE ATTORNEY

92. STATEMENT OF THE INVENTOR

93. STATEMENT OF THE AGENT

94. STATEMENT OF THE ATTORNEY

95. STATEMENT OF THE INVENTOR

96. STATEMENT OF THE AGENT

97. STATEMENT OF THE ATTORNEY

98. STATEMENT OF THE INVENTOR

99. STATEMENT OF THE AGENT

100. STATEMENT OF THE ATTORNEY

From PCT/DE 90/00171 (PCT/DE 90/00171)

International Application No. PCT/DE 90/00171

1. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER in accordance with the International Classification of Patents (IPC) and the International Classification of Patents (IPC) according to International Patent Classification (IPC) or to both International Classification and IPC

Int.Cl.³ G 01 R 33/38, G 01 R 33/40

2. FIELD OF SEARCH

3. DOCUMENTS SEARCHED

4. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Document	Date of Document	Relevance to Claim No. 1
A	homogeneous electromagnetic coil systems: application to whole-body NMR imaging magnets, pages 1501-1508, see paragraphs I-III		
A	Review of Scientific Instruments, Vol. 56, No. 3, March 1985, American Institute of Physics, (New York, US), A.R. Bath et al.: "Opposed coil magnet calculations for large sample and unilateral nuclear-magnetic-resonance", pages 402-410, see the whole article	1	
A	GB, A, 2158248 (YOKOGAWA HOKUSHIN ELECTRIC CORP.) 6 November 1983 see page 1, lines 14-42; figures 5A, 5B, 10	1	
A	EP, A, 0160350 (OXFORD MAGNET TECHNOLOGY LIMITED), 6 November 1985, see page 19, lines 2-33; figures 6, 7; US, A, 4761736 (cited in the application)	1	

5. SUMMARY OF THE INVENTION

6. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

7. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

8. CLAIMS

9. REFERENCES

10. OTHER INFORMATION

11. STATEMENT OF THE INVENTOR

12. STATEMENT OF THE AGENT

13. STATEMENT OF THE ATTORNEY

14. STATEMENT OF THE INVENTOR

15. STATEMENT OF THE AGENT

16. STATEMENT OF THE ATTORNEY

17. STATEMENT OF THE INVENTOR

18. STATEMENT OF THE AGENT

19. STATEMENT OF THE ATTORNEY

20. STATEMENT OF THE INVENTOR

21. STATEMENT OF THE AGENT

22. STATEMENT OF THE ATTORNEY

23. STATEMENT OF THE INVENTOR

24. STATEMENT OF THE AGENT

25. STATEMENT OF THE ATTORNEY

26. STATEMENT OF THE INVENTOR

27. STATEMENT OF THE AGENT

28. STATEMENT OF THE ATTORNEY

29. STATEMENT OF THE INVENTOR

30. STATEMENT OF THE AGENT

31. STATEMENT OF THE ATTORNEY

32. STATEMENT OF THE INVENTOR

33. STATEMENT OF THE AGENT

34. STATEMENT OF THE ATTORNEY

35. STATEMENT OF THE INVENTOR

36. STATEMENT OF THE AGENT

37. STATEMENT OF THE ATTORNEY

38. STATEMENT OF THE INVENTOR

39. STATEMENT OF THE AGENT

40. STATEMENT OF THE ATTORNEY

41. STATEMENT OF THE INVENTOR

42. STATEMENT OF THE AGENT

43. STATEMENT OF THE ATTORNEY

44. STATEMENT OF THE INVENTOR

45. STATEMENT OF THE AGENT

46. STATEMENT OF THE ATTORNEY

47. STATEMENT OF THE INVENTOR

48. STATEMENT OF THE AGENT

49. STATEMENT OF THE ATTORNEY

50. STATEMENT OF THE INVENTOR

51. STATEMENT OF THE AGENT

52. STATEMENT OF THE ATTORNEY

53. STATEMENT OF THE INVENTOR

54. STATEMENT OF THE AGENT

55. STATEMENT OF THE ATTORNEY

56. STATEMENT OF THE INVENTOR

57. STATEMENT OF THE AGENT

58. STATEMENT OF THE ATTORNEY

59. STATEMENT OF THE INVENTOR

60. STATEMENT OF THE AGENT

61. STATEMENT OF THE ATTORNEY

62. STATEMENT OF THE INVENTOR

63. STATEMENT OF THE AGENT

64. STATEMENT OF THE ATTORNEY

65. STATEMENT OF THE INVENTOR

66. STATEMENT OF THE AGENT

67. STATEMENT OF THE ATTORNEY

68. STATEMENT OF THE INVENTOR

69. STATEMENT OF THE AGENT

70. STATEMENT OF THE ATTORNEY

71. STATEMENT OF THE INVENTOR

72. STATEMENT OF THE AGENT

73. STATEMENT OF THE ATTORNEY

74. STATEMENT OF THE INVENTOR

75. STATEMENT OF THE AGENT

76. STATEMENT OF THE ATTORNEY

77. STATEMENT OF THE INVENTOR

78. STATEMENT OF THE AGENT

79. STATEMENT OF THE ATTORNEY

80. STATEMENT OF THE INVENTOR

81. STATEMENT OF THE AGENT

82. STATEMENT OF THE ATTORNEY

83. STATEMENT OF THE INVENTOR

84. STATEMENT OF THE AGENT

85. STATEMENT OF THE ATTORNEY

86. STATEMENT OF THE INVENTOR

87. STATEMENT OF THE AGENT

88. STATEMENT OF THE ATTORNEY

89. STATEMENT OF THE INVENTOR

90. STATEMENT OF THE AGENT

91. STATEMENT OF THE ATTORNEY

92. STATEMENT OF THE INVENTOR

93. STATEMENT OF THE AGENT

94. STATEMENT OF THE ATTORNEY

95. STATEMENT OF THE INVENTOR

96. STATEMENT OF THE AGENT

97. STATEMENT OF THE ATTORNEY

98. STATEMENT OF THE INVENTOR

99. STATEMENT OF THE AGENT

100. STATEMENT OF THE ATTORNEY

From PCT/DE 90/00171 (PCT/DE 90/00171)

国際調査報告

DE 8000171
SA 34588

This report shows the present family members relating to the patent document cited in the international search report. The members are as contained in the European Patent Office EPO file no. 14/04/90. The European Patent Office is to be made for these procedures within the time limits for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0314262	03-05-89	US-A- 4829252	09-05-89
		JP-A- 1146530	08-06-89
EP-A- 0111219	20-06-84	DE-A- 3245944	14-06-84
		AU-B- 858425	05-02-87
		AU-A- 2212823	14-06-84
		CA-A- 1192823	03-09-85
		JP-A- 59116025	03-07-84
		US-A- 4587420	06-05-86
GB-A- 2158248	06-11-83	JP-A- 60223311	14-11-85
		DE-A, C 3514818	07-11-85
		US-A- 4584548	22-04-86
EP-A- 0160350	06-11-85	JP-A- 60244006	03-12-85
		US-A- 4761726	20-10-87

From PCT/DE 90/00171 (PCT/DE 90/00171)

For more details about this patent, see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/89

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.